

PT18 PCT/PTO 02 JUL 2004
10/500624

CONCISE STATEMENT OF RELEVANCY
BETWEEN THE INVENTION AND MATERIALS

1 JP-A-4-21330

This publication discloses that dividing a rotor into four segments of stages to reduce a cogging torque of two wavelength components.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-021330

(43)Date of publication of application : 24.01.1992

(51)Int.Cl. H02K 1/27

(21)Application number : 02-122893 (71)Applicant : FANUC LTD

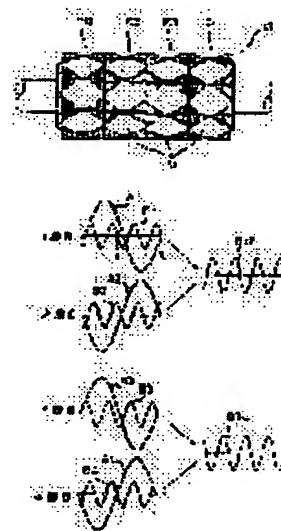
(22)Date of filing : 15.05.1990 (72)Inventor : UCHIDA HIROYUKI
YAMAMOTO
TOMOYOSHI
OKAMOTO TAKASHI

(54) ROTOR STRUCTURE FOR SYNCHRONOUS MOTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To eliminate a plurality of types of periodic torque ripple components by skewing rotor element pair at an angle corresponding to the half of a wavelength of a second component of n types of torque ripple components, and skewing them at an angle corresponding to the half of the wavelength.

CONSTITUTION: A pair is composed of a first stage of rotor element 101 and a second stage of a rotor element 102 for vanishing a torque ripple component A having a wavelength λ , the other pair is composed of a third stage of a rotor element 103 and a fourth stage of rotor element 104, and torque ripple components A having a wavelength λ cancel each other in pairs. That is, the element 102 of the second stage is skewed at a mechanical angle corresponding to the half of the wavelength λ to the element 101 of the first stage, and the element 104 of the fourth stage is skewed at the same angle to the element 103 of the third stage. Thus, the torque ripple components of the element 101 are A_1 and B_1 , and become torque ripple components A_2 , B_2 deviated by $\lambda/2$ at the element 102. Accordingly, the component A is eliminated since the components A_1



and A2 cancel each other.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision
of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2672178号

(45)発行日 平成9年(1997)11月5日

(24)登録日 平成9年(1997)7月11日

| (51)Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|-------|--------|--------------|--------------------|
| H 0 2 K 1/27 | 5 0 1 | | H 0 2 K 1/27 | 5 0 1 A 5 0 1 M |

請求項の数4(全 5 頁)

| | | | |
|----------|-----------------|----------|---|
| (21)出願番号 | 特願平2-122893 | (73)特許権者 | 999999999 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580 番地 |
| (22)出願日 | 平成2年(1990)5月15日 | (72)発明者 | 内田 裕之 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580 番地 ファナック株式会社商品開発研究 所内 |
| (65)公開番号 | 特開平4-21330 | (72)発明者 | 山本 致良 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580 番地 ファナック株式会社商品開発研究 所内 |
| (43)公開日 | 平成4年(1992)1月24日 | (74)代理人 | 弁理士 育木 朗 (外4名) |
| | | 審査官 | 紀本 孝 |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 同期電動機のロータ構造

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】回転軸心を有したロータ軸、該ロータ軸に固定されたロータコア、該ロータコアに取着した複数のマグネットとを備え、回転時に、互いに波長の異なる n 種類($n:2$ 以上の整数)の周期性トルクリップル成分を消去可能な同期電動機のロータ構造において、前記ロータコアは、前記ロータ軸上に軸方向に並設された 2^n 個のロータ要素を具備し、各ロータ要素は、前記複数のマグネットを前記回転軸心まわりの周方向に配列して有し、前記 2^n 個のロータ要素は、第1番目の対から第 2^{n-1} 番目の対までの複数のロータ要素の対を形成するとともに、前記各対のロータ要素は、前記波長の異なる n 種類の周期性トルクリップル成分の中、第一種類目の波長 λ を有した周期性トルクリップル成分の波長の半波長分に相当

2

するずれを生じさせる角度だけ互いに前記回転軸心まわりの周方向にシフトされて前記第一種類目の波長の周期性トルクリップル成分を消失させるように2つの前記ロータ要素を包含するようにロータ要素の配列を構成し、該ロータ要素の配列における前記第1～第 2^{n-1} 番目の対のロータ要素は、軸方向に2つの対毎に一組にして第1組目から第 2^{n-1} 組目までのロータ要素の組としたとき、前記第1組目と第2組目、第3組目と第4組目、・・・第 $(2^{n-1}-1)$ 組目と第 2^{n-1} 組目の各二組のロータ要素の間で前記 n 種類の周期性トルクリップル成分の中、第二種類目の波長 δ を有した周期性トルクリップル成分の波長の半波長分に相当するずれを生じさせる角度だけ互いに周方向にシフトされて前記第二種類目の波長の周期性トルクリップル成分を消失させるようにロータ要素の配列を構成し、

10

また、該ロータ要素の配列における前記第1組目から第 2^{n-1} 組目までのロータ要素の組とした前記第1～第 2^{n-1} 番目の対のロータ要素は、第1、第2組目と第3、第4組目との間、第5、第6組目と第7、第8組目との間、
 ……第 $(2^{n-1}-3)$ 、第 $(2^{n-1}-2)$ 組目と第 $(2^{n-1}-1)$ 、第 2^{n-1} 組目との各二つづつの組を有したロータ要素の組の間で、前記 n 種類の周期性トルクリップル成分の中、第三種類目の波長 γ を有した周期性トルクリップル成分の波長の半波長分に相当するずれを生じさせる角度だけ互いに周方向にシフトされて前記第三種類目の波長の周期性トルクリップル成分を消失させるようにロータ要素の配列を構成し、

該ロータ要素の配列における前記第1組目から第 2^{n-1} 組目までのロータ要素の組とした前記第1～第 2^{n-1} 番目の対のロータ要素は、全ての周期性トルクリップルを最終的に消失させるために、軸方向に等しい2つのグループに分けられてなり、両グループの間で、前記第 n 種類目の波長を有した周期性トルクリップル成分の波長の半波長分のずれを生じさせる角度だけ互いにシフトされたロータ要素の配列を構成したことを特徴とする同期電動機のロータ構造。

【請求項2】前記 2^n 個のロータ要素は、第1から第4の4個($n=2$)の同じロータ要素からなり、該4つのロータ要素が、波長の大きな第一種類目の周期性トルクリップル成分と、該第一種類目の周期性トルクリップル成分の波長より小さい波長を有した第二種類目の周期性トルクリップル成分とを消去するように前記ロータ軸上に順次に、かつ隣接して配列されている請求項1に記載の同期電動機のロータ構造。

【請求項3】前記 2^n 個のロータ要素は、第1から第8の8個($n=3$)の同じロータ要素からなり、該8つのロータ要素が、波長の大きな第一種類目の周期性トルクリップル成分と、該第一種類目の周期性トルクリップル成分の波長より小さい周期性トルクリップル成分の第二種類目及び第三種類目の周期性トルクリップル成分とを消去するように前記ロータ軸上に順次に、かつ隣接して配列されている請求項1に記載の同期電動機のロータ構造。

【請求項4】前記 2^n 個の各ロータ要素は、前記回転軸まわりの周方向に前記マグネットを複数個、該各ロータ要素の円筒周面に配列し、かつ張り付けて具備している請求項1に記載の同期電動機のロータ構造。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は同期電動機において、複数種類のトルクリップル成分を消失させるロータ構造に関する。

【従来の技術】

従来のマグネットを有した同期電動機において、トルクリップルを低減させるためマグネットの形状を工夫したり、ロータを複数個のロータ要素に分割し、2つの角度位置にずらせる構造を採用している。

【発明が解決しようとする課題】

然しながら、マグネット形状を工夫してもトルクリップル成分は完全にとりきれず、またロータ要素を2つの角度位置にずらせても複数種類の周期を有するトルクリップル成分のうち、特定のトルクリップル成分を消失させることができるだけである。

依って本発明は、複数種類の周期性トルクリップル成分を消失させる同期電動機のロータ構造の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

上記目的に鑑みて本発明は、 n 種類の異なる周期性トルクリップル成分を発生させる同期電動機のマグネットを有するロータにおいて、該ロータをその長手方向に均等長さを有した 2^n 個のロータ要素に分割し、前記 n 種類のトルクリップル成分のうち第1の成分の波長の半分に相当する角度だけ互いにスキューさせた 2^{n-1} 対のロータ要素対とし、該 2^{n-1} 対のロータ要素対を前記 n 種類のトルクリップル成分のうち第2の成分の波長の半分に相当する角度だけ互いにスキューさせた 2^{n-1} 組のロータ要素組とし、以下、第 n の成分の波長の半分に相当する角度だけ互いにスキューさせた2つの群のロータ要素群となるまで互いにスキューさせた同期電動機のロータ構造を構成した。詳述すると、本発明によれば、回転軸心を有したロータ軸、該ロータ軸に固定されたロータコア、該ロータコアに取着した複数のマグネットとを備え、回転時に、互いに波長の異なる n 種類($n:2$ 以上の整数)の周期性トルクリップル成分を消去可能な同期電動機のロータ構造において、

前記ロータコアは、前記ロータ軸上に軸方向に並設された 2^n 個のロータ要素を具備し、各ロータ要素は、前記複数のマグネットを前記回転軸心まわりの周方向に配列して有し、

前記 2^n 個のロータ要素は、第1番目の対から第 2^{n-1} 番目の対までの複数のロータ要素の対を形成するとともに、前記各対のロータ要素は、前記波長の異なる n 種類の周期性トルクリップル成分の中、第一種類目の波長 λ を有した周期性トルクリップル成分の波長の半波長分に相当するずれを生じさせる角度だけ互いに前記回転軸心まわりの周方向にシフトされて前記第一種類目の波長の周期性トルクリップル成分を消失させるように2つの前記ロータ要素を包含するようにロータ要素の配列を構成し、

該ロータ要素の配列における前記第1～第 2^{n-1} 番目の対のロータ要素は、軸方向に2つの対毎に一組にして第1組目から第 2^{n-1} 組目までのロータ要素の組としたとき、前記第1組目と第2組目、第3組目と第4組目、
 ……第 $(2^{n-1}-1)$ 組目と第 2^{n-1} 組目の各二組のロータ要素の間で前記 n 種類の周期性トルクリップル成分の中、第二種類目の波長 δ を有した周期性トルクリップル成分の波長の半波長分に相当するずれを生じさせる角度だけ

10

20

30

40

50

互いに周方向にシフトされて前記第二種類目の波長の周期性トルクリップル成分を消失させるようにロータ要素の配列を構成し、

また、該ロータ要素の配列における前記第1組目から第 2^{n-1} 組目までのロータ要素の組とした前記第1～第 2^{n-1} 番目の対のロータ要素は、第1、第2組目と第3、第4組目との間、第5、第6組目と第7、第8組目との間、 \dots 、第 $(2^{n-1}-3)$ 、第 $(2^{n-1}-2)$ 組目と第 $(2^{n-1}-1)$ 、第 2^{n-1} 組目との各二つづつの組を有したロータ要素の組の間で、前記 n 種類の周期性トルクリップル成分の中、第三種類目の波長 γ を有した周期性トルクリップル成分の波長の半波長分に相当するずれを生じさせる角度だけ互いに周方向にシフトされて前記第三種類目の波長の周期性トルクリップル成分を消失させるようにロータ要素の配列を構成し、

該ロータ要素の配列における前記第1組目から第 2^{n-1} 組目までのロータ要素の組とした前記第1～第 2^{n-1} 番目の対のロータ要素は、全ての周期性トルクリップルを最終的に消失させるために、軸方向に等しい2つのグループに分けられてなり、両グループの間で、前記第 n 種類目の波長を有した周期性トルクリップル成分の波長の半波長分のずれを生じさせる角度だけ互いにシフトされたロータ要素の配列を構成したことを特徴とする同期電動機のロータ構造を提供するものである。

〔作用〕

まず、第1の周期性トルクリップル成分の波長の半分に対応する角度だけ互いにスキューさせる 2^{n-1} 対のロータ要素対により該第1の周期性トルクリップル成分を消失させ、次に、これらのスキュー構造を保持したまま、ロータ要素対を第2のトルクリップル成分の波長の半分に

〔実施例〕

以下本発明を添付図面に示す実施例に基づき更に詳細に説明する。第1図はマグネットMを有する同期電動機のロータ10がその長手方向において4個の均等長さであって、夫々が同じ磁界の強さを有するロータ要素101、102、103、104に分割されている。この場合は2種類の周期性トルクリップル成分A、Bを有するトルクリップルを消失させるロータ構造を示している。まず、波長 λ を有するトルクリップル成分Aを消失させるため、1段目のロータ要素101と2段目のロータ要素102とで1対を成し、3段目のロータ要素103と4段目のロータ要素104とで他の1対を成し、これら各対の中で波長 λ のトルクリップル成分Aを打ち消し合わせる。即ち、2段目の要素102は1段目の要素101に対して波長 λ の半分に

の要素103に対して同角度だけスキューさせるのである。こうして第2図に示す様に、ロータ要素101におけるトルクリップル成分はA1とB1であり、これに対してロータ要素102においては $\lambda/2$ だけずれたトルクリップル成分A2とB2となる。従ってトルクリップル成分AはA1とA2とが互いに打ち消すため消失し、他のトルクリップル成分Bの方は、B1とB2とが重ね合わされてB12となり、その振幅はB1又はB2とは異なるがその波長(周期)は同じである。

一方、ロータ要素103と104との対においても同様であり、 $\lambda/2$ だけずれたトルクリップル成分A3とA4とは互いに打ち消し合い、他のスロットリップル成分Bの方はB3とB4とが重ね合わされてB34となり、前述のB12と同一振幅、かつ、同一波長である。従って、ロータ要素対101と102と、他方のロータ要素対103と104とをトルクリップル成分Bの波長 γ の半分に

対応する機械角度だけ互いにスキューさせればこのトルクリップル成分Bも消失することとなる。以上により、2種類の周期性トルクリップル成分を夫々消失させることができる。

次に、第3図を参照しながら3種類のトルクリップル成分A、B、Cを有するトルクリップルを消失させるロータ構造につき説明する。第1図の場合と同様に 2^n 個の均等なロータ要素を並設してロータを構成する。第2図において説明した場合と同様に、1段目と2段目、3段目と4段目、5段目と6段目、7段目と8段目とで夫々対を構成し、波長 λ を有するトルクリップル成分A1とA2、A3とA4、A5とA6、A7とA8を夫々の対内において $\lambda/2$ だけ互いにずれるよう各ロータ要素をスキューさせる。この結果、各ロータ要素対に残ったトルクリップル成分は、夫々、波長 γ を有するB12と波長 δ を有するC12、B34とC34、B56とC56、B78とC78である。これらのトルクリップル成分のうち波長 γ の成分Bを消失させるため、1段目のロータ要素と2段目のロータ要素との成す1対のロータ要素と、3段目と4段目との成す他の1対のロータ要素との2対のロータ要素の組と、残りの2対のロータ要素の組の各組内において、各対のロータ要素を互いにトルクリップル成分Bの半波長 $\gamma/2$ に対応する機械角度だけ互いにスキューさせる。こうして各組内には波長 δ を有したトルクリップル成分をC1234又はC5678のみが残ることとなる。このトルクリップル成分Cを消失させるには、上記2つの組のロータ要素、即ち、1～4段目のロータ要素の組と、5～8段目のロータ要素の組とを互いにトルクリップル成分Cの半波長 $\delta/2$ に対応する機械角度だけ互いにスキューさせるのである。以上のスキュー構造によって3種類のトルクリップル成分は全て消失することとなる。トルクリップル成分が4種類以上存在する場合も以上の考え方と同様にしてスキュー構造を採用することができる。

〔発明の効果〕

以上の説明から明らかな様に本発明によれば、複数種

10

20

30

40

50

類の周期性トルクリップル成分を消失させる同期電動機のロータ構造の提供が可能となる。

【図面の簡単な説明】

第1図は本発明に係る同期電動機のロータ構造を示す正面図、

第2図は第1図のロータ構造の作用説明図、

*

* 第3図は他の実施例のロータ構造の作用説明図である。

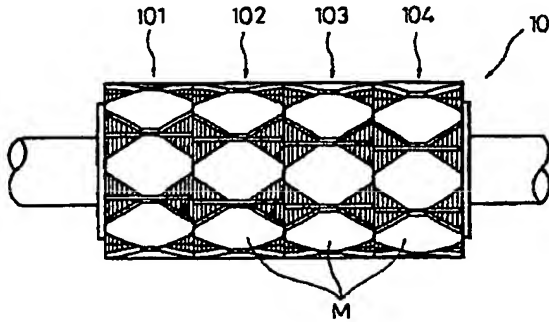
10……ロータ、101～104……ロータ要素、

A1～A8……波長 λ のトルクリップル成分、

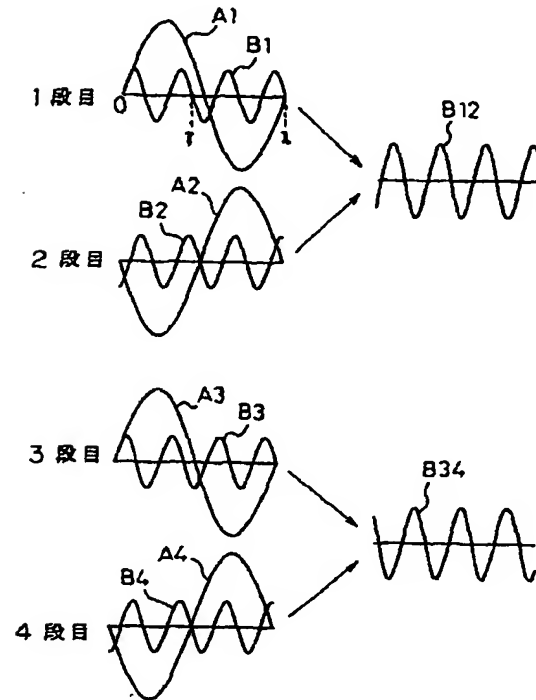
B1～B8……波長 γ のトルクリップル成分、

C1～C8……波長 δ のトルクリップル成分。

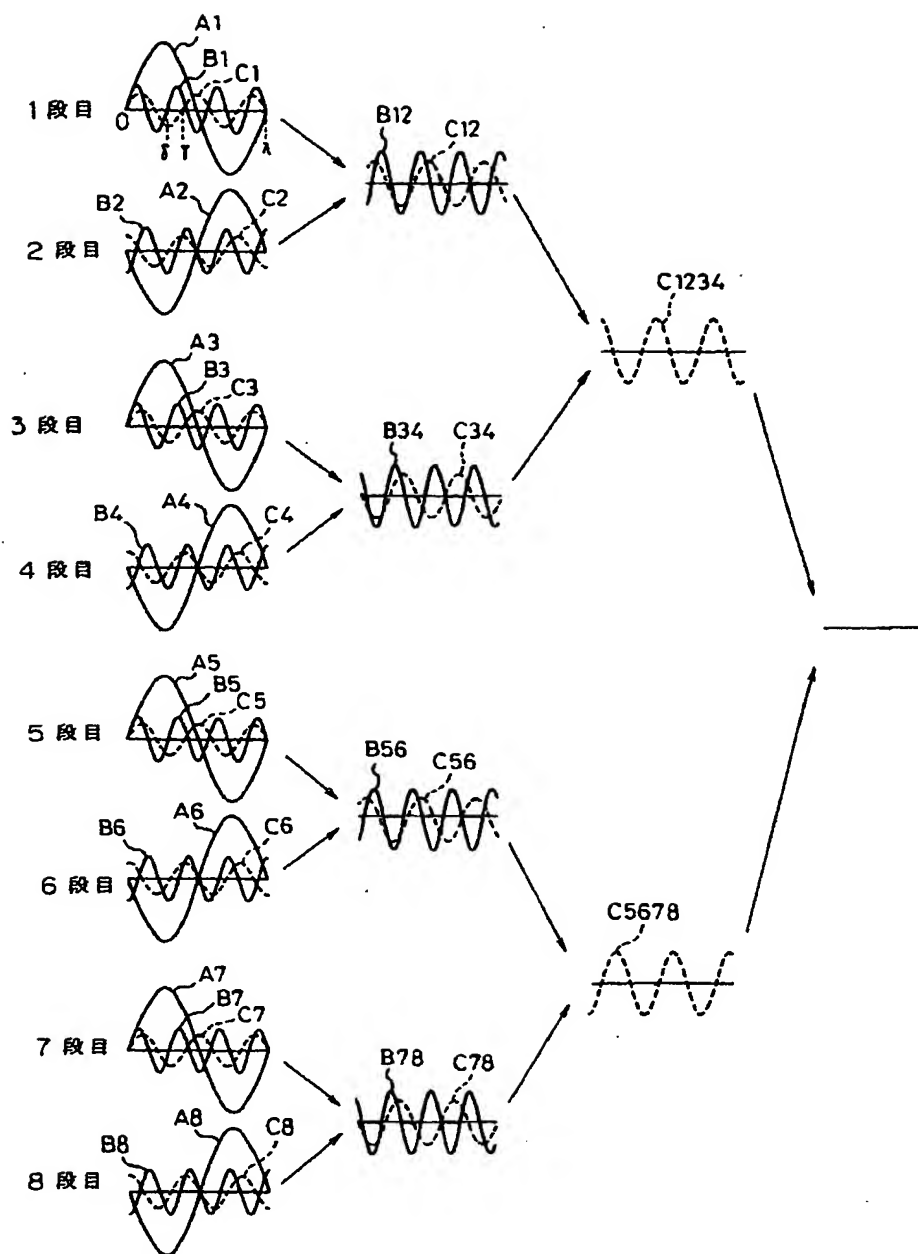
【第1図】



【第2図】



【第3図】



フロントページの続き

(72)発明者 岡本 敬

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580
番地 ファナック株式会社商品開発研究
所内

(56)参考文献

特開 昭60-13455 (J P, A)

特開 平3-150031 (J P, A)